



生命科学分野におけるICT機器利用教材の開発と効果の検証

著者	奥田 宏志
内容記述	この博士論文は内容の要約のみ公表しています
発行年	2014
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2013
報告番号	12102甲第6752号
URL	http://hdl.handle.net/2241/00123181

生命科学分野における ICT 機器利用教材の開発と
効果の検証

2013年1月

奥 田 宏 志

生命科学分野における ICT 機器利用教材の開発と
効果の検証

筑波大学大学院
生命環境科学研究科
生命産業科学専攻
博士（学術）学位論文

奥 田 宏 志

目次

第1章 緒言	1
1.1 はじめに	1
1.2 本研究の目的	2
第2章 実験書と学習指導案による科学的体験活動の実態分析	3
2.1 緒言	3
2.2 方法	4
2.2.1	4
2.2.2	7
2.3 結果	7
2.3.1	7
2.3.2	8
2.4 考察	8
第3章 教材の開発	13
3.1 緒言	13
3.2 方法	14
3.2.1	14
3.2.2	14
3.2.3	17
3.3 教材の作成	17
3.4 考察	18
第4章 ICT 機器利用教材使用の効果	29
4.1 緒言	29
4.2 方法	30
4.3 結果	30
4.3.1	31

4.3.2	31
4.3.3	34
4.3.4	34
4.3.5	34
4.3.6	35
4.4 考察	41
第5章 総括	42
引用文献	44
引用URL	48
要約	50
論文業績目録	52
謝辞	57
付録資料	58

第1章

緒言

1.1 はじめに

学習指導要領が改訂され、学校教育の現場では理数教育のさらなる充実が求められている(文部科学省 2008a, 2008b, 2011). 初等・中等教育における理科教育では、科学的素養、すなわち「自然界の事物・現象を理解するために必要な基礎的な知識」と「自然界の事物・現象に対する科学的な見方、考え方」を、科学的体験活動(観察・実験等)を通じて生徒に修得させ、さらに実際の場面において活用できる能力を身につけさせることを目指している. 次世代を担う人材育成の場面において、こうした理科教育が果たす役割は大きいと考えている.

しかし、高等学校の理科教育に関する調査において、観察・実験が教師主導で、生徒は与えられた手順を行っているだけの状態になっていると指摘されている(文部省 1999, 中央教育審議会 2004, 国立教育政策研究所 2007, 独立行政法人 科学技術振興機構 2010).

また、生命科学分野の観察・実験には、こうした教師主導の「与えられた手順」に従っているだけでは、生徒は納得のいく結果を得られないケースがある. 例えば、「体細胞分裂の観察」は、中学校(理科)・高等学校(生物)の教科書全てに記載されており、中学校の実施割合約 70%, 高等学校約 60%と高く、重要な実験と考えられる(鳩貝 2011, 東京都教職員研修センター 2005). しかし、この実験に必要なプレパラート作成手順には、細胞の固定・解離・洗浄・染色・押しつぶすといった様々な作業が含まれているため、指導者側から最もやりにくい内容と指摘されている. この現状を改善するため、工程を少なくする方法等が開発・実践されているが、これらの実践においても失敗する生徒が 10~15%程度おり、その原因として「押しつぶすときに横にずれた」、「押しつぶす力が弱い」といった点が報告されている(川上 加藤 2004, 東京都教職員研修センター 2005, 中武 中山 2006, 米澤ら 2006). このように、生きている素材を扱う生命科学分野の観察・実験では、個体差が生じやすく、また作業にコツが必要とされることもあるため、観察・実験の成否が大きく左右されることになる. 以上より、生徒は、実験書に書かれた手順を知ることではできても、教師が経験で得たコツを得る機会を十分与えられていないと推察される.

こうした経験で得たコツ等は、言語により表現が容易な知識(形式知)とは異なり、言語による表現や他者への伝達が困難な知識であると考えられており、暗黙知と呼ばれてい

る。(Polanyi 1958, 1966, Nonaka and Takeuchi 1995, Spear and Bowen 1999, Leonard and Swap 2005, 森 2005).

アジアの高等教育機関に関する報告では、こうした暗黙知は科学研究や教育において重要な役割を果たしていると考えられており、様々な手法により教師の暗黙知を共有化する試みがなされている(Zhang and Han 2008, Hara ら 2010). 日本においても、科学的知識の理解の点から、暗黙知が注目されている(中央教育審議会 2006, 文部科学省 2008c). しかしながら、日本の初等・中等教育における理科教育や理科実験に関する暗黙知の役割については十分研究されていないのが現状である.

1.2 本研究の目的

実際の場面において出会う諸問題を解決する能力は、観察・実験といった課題発見・仮説検証を行う場面において、繰り返し試行錯誤し、自分自身で課題を解決するといった成功体験を得ることで身につくと著者は、考えている.

一方現状では、生徒は生命科学分野の観察・実験に必要とされるコツ等といった暗黙知が十分与えられていないまま、試行錯誤を繰り返している. その結果、十分な成功体験を得られていない状態に陥っているものと推察される.

本研究では、このような現状を克服するため、従来与えていた知識(手順等)に加えて、教師が経験を通して身につけてきた暗黙知を観察・実験活動に取り入れることに注目した. 暗黙知を効果的に提供することにより、質の高い試行錯誤が繰り返され、生徒はより良い成功体験を獲得できると著者は、仮説提示したい.

具体的には、生きた素材を用いる観察・実験に絞り、教科書や学習指導案を用いての観察・実験の活動実態を明らかにし、暗黙知の抽出を試みた. そして、質の高い試行錯誤を可能とする新たな教材・環境を、ICT*機器を用いて構築し、観察・実験における課題の成功率や作業時間等に対する効果を検証したい.

* Information and Communication Technology の略. 情報コミュニケーション技術のこと.

第2章

実験書と学習指導案による科学的体験活動の実態分析

2.1 緒言

2.2 方法

2.2.1

2.2.2

2.3 結果

2.3.1

2.3.2

2.4 考察

第3章

教材の開発

3.1 緒言

3.2 方法

3.2.1

3.2.2

3.2.3

3.3 教材の作成

3.4 考察

第4章

ICT 機器利用教材使用の効果

4.1 緒言

4.2 方法

4.3 結果

4.3.1

4.3.2

4.3.3

4.3.4

4.3.5

4.3.6

4.4 考察

第5章 総括

引用文献

- 新井加受子・衣笠治子・伊藤剛和（2004） 学生が実験を自主的に進めるためのマルチメディア教材の開発と評価, 日本教育工学会論文誌 28(3), pp. 245-252.
- Chandler, P. and Sweller, J. (1991) Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction* 8 (4), pp. 293-332.
- 独立行政法人 科学技術振興機構（2010） 平成 20 年度 高等学校理科教員実態調査報告書.
- Hara, N., Alsarhan, H., Kilburn, J., Ynalvez, M., Ynalvez, R. and Chen, K.H. (2010) Learning tacit knowledge in life science graduate programs in Taiwan. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology* 47(1), pp. 1-5.
- 鳩貝太郎（2011） 生命尊重の態度を育成する体系的な生物学習プログラムの開発と評価に関する調査研究 研究成果報告書.
- 鹿児島県総合教育センター（2004） 児童生徒の自然に対する探究心を高め, 理解を深める観察, 実験の開発, 研究紀要, 第 107 号.
- 川上昭吾・加藤万幸（2004） 「スライドガラス押しつぶし法」を用いた体細胞分裂観察方法の改善と中学校における実践的研究, 愛知教育大学教育実践総合センター紀要, 第 7 号, pp. 175-180.
- 国立教育政策研究所（2007） 生きるための知識と技能 OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2006 年調査国際結果報告書, ぎょうせい.
- Leonard, D. and Swap, W. (2005) *Deep Smarts: How to Cultivate and Transfer Enduring Business Wisdom*, Harvard Business School Press, Waltham.

- Majerich, D. M. and Schmuckler, J. S. (2008) Compendium of Science Demonstration-Related Research from 1918 to 2008, Xlibris Corporation, United States.
- Meijer, P. C., Verloop, N. and Beijaard, D. (1999) Exploring language teachers' practical knowledge about teaching reading comprehension. *Teaching and Teacher Education* 15(1), pp. 59-84.
- Merkt, M. and Schwan, S. (2013) Training the use of interactive videos: effects on mastering different tasks. *Instructional Science*. in press.
- Merkt, M. and Schwan, S. (2014) How does interactivity in videos affect task performance? *Computers in Human Behavior* 31, pp. 172-181.
- 文部科学省 (2008a) 小学校学習指導要領, 東京書籍.
- 文部科学省 (2008b) 中学校学習指導要領, 東山書房.
- 文部科学省 (2011) 高等学校学習指導要領, 東山書房.
- 文部省 (1999) 中学校学習指導要領 (平成 10 年 12 月) 解説 - 理科編, pp. 11.
- 森和夫 (2005) 技術・技能伝承ハンドブック, JIPM ソリューション.
- 中橋雄・寺嶋浩介・中川一史・太田泉 (2010) 電子黒板で発表する学習者の思考と対話を促す指導方略, *日本教育工学会論文誌* 33(4), pp. 373-382.
- 中武享弘・中山迅 (2006) 中学校での体細胞分裂における問題点: 生徒の「観察」結果に見られる理論負荷性, *日本科学教育学会研究会報告*, Vol, 21 No. 2, pp. 35-40.

- Nonaka, I. and Takeuchi H. (1995) The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation, Oxford University Press, Oxford.
- 奥田宏志(2008) 理科教育と情報教育の融合による新しい生物教育, 遺伝 62(1), pp. 89-93.
- Polanyi, M. (1958) Personal Knowledge, University of Chicago Press, Chicago.
- Polanyi, M. (1966) The Tacit Dimension, Routledge & Kegan Paul, London.
- Robertson, S. L. (2005) Re-imagining and rescripting the future of educational: global knowledge economy discourses and the challenge to education systems. Comparative Education 41(2): pp. 151-170.
- Smith, B. K. and Reiser, B. J. (2005) Explaining behavior through observational investigation and theory articulation. The Journal of the Learning Sciences 14(3): pp. 315-360.
- Spear, S. and Bowen, H. K. (1999) Decoding the DNA of the Toyota Production System. Harvard Business Review, September-October.
- Sweller, J. (1988) Cognitive loads during problem solving: Effects on learning. Cognitive Science 12: pp. 257-285.
- Taylor, C. (1988) The Art and Science of Lecture Demonstration, Taylor & Francis, New York, London.
- 東京都教職員研修センター (2005) 平成 16 年度教育研究員研究報告書 理科, pp. 14-24.
- 東京都教職員研修センター (2010) 教育指導実践事例集.

米澤義彦・春木幸恵・白石奈那・キジト マコバ エドモンド (2006) 中学校における細胞分裂観察法の改良：材料の保存と染色方法の工夫, 生物教育 46 (4): pp. 199-205.

Zanting, A., Verloop, N. and Vermunt, J. D. (2003) Using interviews and concept maps to access mentor teachers' practical knowledge. Higher Education 46(2): pp. 195-214.

Zhang, L. and Han, Z. (2008) Analysis on the management of college teachers' tacit knowledge. International Education Studies 1(3): pp. 21-24.

引 用 URL

中央教育審議会（2004） 初等中等教育分科会 教育過程部会 理科専門部会（第2回）
議事録・配布資料

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/014/siryo/04071201.htm
〈accessed 21/02/2013〉

中央教育審議会（2006） 初等中等教育分科会教育課程部会 審議経過報告（骨子）

<http://www.moj.go.jp/content/000004256.pdf> 〈accessed 21/02/2013〉

文部科学省（2008c） 幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導
要領等の改善について（答申）

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/__icsFiles/afieldfile/2009/05/12/1216828_1.pdf 〈accessed 21/02/2013〉

文部科学省（2008d） 学力向上 ICT 活用指導ハンドブック

<http://www.cec.or.jp/cecre/monbu/19ict.html> 〈accessed 15/08/2012〉

文部科学省（2012） 平成23年度 学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果（概要）.

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1323235.htm
〈accessed 20/01/2013〉

＜都道府県教育センター＞

岐阜県総合教育センター

http://www.gifu-net.ed.jp/ssd/sien/gakuryoku.../06science4_biology1.doc
〈accessed 15/08/2012〉

http://www.gifu-net.ed.jp/ssd/sien/hyouka_kou/files/05science4_biology.pdf
〈accessed 15/08/2012〉

石川県教育センター

<http://search.ishikawa-c.ed.jp/data/sidouan/H15/h15t005.pdf>

<accessed 15/08/2012>

<http://search.ishikawa-c.ed.jp/data/sidouan/H19/h190063.pdf>

<accessed 15/08/2012>

鹿児島県総合教育センター

<http://www.edu.pref.kagoshima.jp/curriculum/rika/chuu/tyuugaku2/kyouzai/>

01page/page19.htm

<accessed 15/08/2012>

新潟県立教育センター

<http://www.nipec.nein.ed.jp/sidouan/03kou/06rika/h21/23kanke.pdf>

<accessed 15/08/2012>

栃木県総合教育センター

<http://www.tochigi-edu.ed.jp/hiroba/plan/detail.php?plan=B004-0046>

<accessed 15/08/2012>

東京都教職員研修センター

<http://www.kyoiku-kensyu.metro.tokyo.jp/09seika/reports/files/kenkyuin/chu/>

rika/h16chu-rika.pdf

<accessed 15/08/2012>

要 約

論文業績目録

謝 辞

付 録 資 料

付録資料 1

付録資料2